

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-367307

(43) Date of publication of application : 20.12.2002

(51) Int.CI.

G11B 21/10

(21) Application number : 2001-177900

(71) Applicant : HITACHI LTD

(22) Date of filing : 13.06.2001

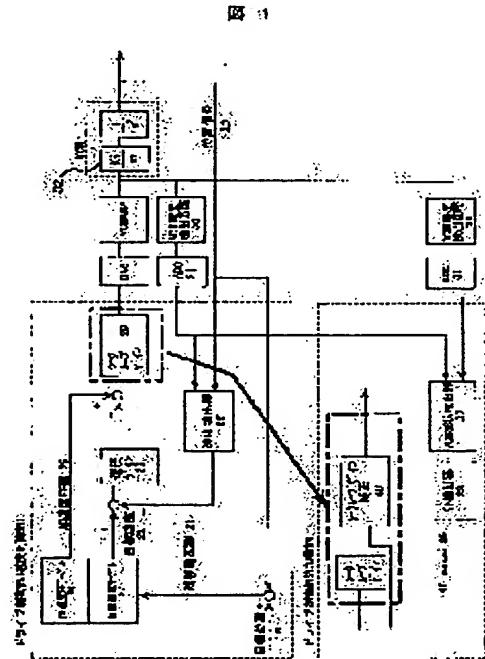
(72) Inventor : TAKEDA HIROMOTO
HATA YUJI
SOYAMA YOSHIO

(54) MAGNETIC DISK DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a disk device realizing seek control which is not effected by increase or decrease of a torque constant due to a change in temperature at the time of moving a magnetic head to the desired position of a magnetic disk.

SOLUTION: In this disk device, a coil resistance value and a torque constant are calculated by detecting a current and a voltage in the following of a magnetic head with a VCM (voice coil motor) current detector 30 and a VCM inter-terminal voltage detector 29 and by calculating outputs which are digitally converted in ADC (analog/digital converters) 31 in a drive control part 5. The variation of seek times in the same distance due a change in temperature is controlled by correcting a seek loop gain 28 based on these results.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A magnetic disk, the spindle motor made to rotate a magnetic disk, and spindle Motor Driver which makes a spindle motor drive, The actuator for moving the head for recording and reproducing information, and a head on a magnetic disk, The voice coil motor (VCM) made to rotate an actuator and the VCM amplifier which makes VCM drive, A means to detect the positional information reproduced through the head from the magnetic disk, The drive control section which generates the digital output for moving to a desired location and making a head position based on the reproduced positional information, The digital-analog converter which changes the digital signal from said control section into analog output, In the equipment which has the analog-to-digital (AD) converter made into a digital signal in order to input into said control section the analog output of the circuit which measures the electrical potential difference between VCM terminals, the circuit which measures a VCM current, and said circuit The magnetic disk drive characterized by measuring VCM resistance from the electrical potential difference between the currents and terminals which flow to VCM while positioning on a desired track (follow INGU).

[Claim 2] The magnetic disk drive of claim 1 characterized by computing the coil temperature of VCM and measuring a torque constant from the detected resistance.

[Claim 3] The magnetic disk drive of claim 1 which a seeking control system carries out gain amendment by the resistance and torque constant which were measured, and is characterized by controlling dispersion in the seek time.

[Claim 4] The magnetic disk drive of claim 1 characterized by the ability to detect passing speed by amending the passing speed called for from the reverse electromotive voltage of VCM during head migration based on the result of claim 1, without being influenced of a VCM temperature change.

[Claim 5] The magnetic disk drive of claim 1 characterized by using the detection rate of claim 4 for unload speed control in the magnetic disk drive of claim 1 when it has shunting (unloading) or the function which carries out loading for the magnetic head from on the magnetic disk.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic disk drive which has the voice coil motor as a driving means of the magnetic head about the magnetic disk drive which carries out record playback of the information on a magnetic disk by the magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] The outline of the common magnetic disk drive to drawing 2 and operation is shown. Generally, a magnetic disk drive 1 is connected through an interface 3 with a host 2, and actuation corresponding to the command from a host 2 is performed. For example, if a light / lead command is published from a host 2, the truck / sector / block length corresponding to a command will be computed by the interface control section 4, and a command will be published to the drive control section 5 through the interface of the magnetic disk drive 1 interior. In response to the command, the request on a magnetic disk 7 of the magnetic head 6 the drive control section 5 truck 9, and after follow INGU, it waits to reach the desired sector 10 and starts a light/lead. On the magnetic disk 7, positional information (servo) 8 is written in at intervals of [fixed] arbitration on the periphery after the location of arbitration. As for the contents, the same number is written in by the same periphery top with a track number 9, a sector number 10, a burst signal, etc., as for a track number 9, and the value to which the increment of the sector number 10 was carried out from the criteria location (index) is written in. These servoes 8 are written in radial at intervals of [fixed] arbitration, and the track number 9 serves as an increment or a value by which the decrement was carried out. The location of the self on a magnetic disk 7 is recognized by reproducing the servo 8 by the magnetic head 6.

[0003] In order to use effectively the attainment latency time to the sector 10 of the request after follow INGU to the desired truck 9 in recent years, the seek time is delayed just before sector 10 attainment, and the function to make it move at the part low speed, and to reduce power consumption is also beginning to be supported.

[0004] Moreover, two or more commands are received from a host 2, and the function to publish a command to the drive control section 5 is also beginning to be supported, rearranging a command by the interface control section 4 so that processing speed may become the fastest. These functions are realized by learning the seek time for every migration length beforehand.

[0005] Next, an outline is explained about head positioning actuation and the configuration of a common magnetic disk drive. The disk unit 1 is also performing playback of the information which records information by the magnetic head 6 on the magnetic disk 7 by which high-speed rotation was carried out with the spindle motor 11, and is recorded by the magnetic head 6. It connects with VCM13 through an actuator 12, and the magnetic head 6 changes the digital output from the drive control section 5 into analog voltage by the digital analog (DA) converter 15, and supplies this analog voltage to the VCM amplifier 14. The electrical potential difference used as criteria is supplied to the VCM amplifier 14, a current is impressed to VCM13 according to difference with the electrical potential difference, it rotates, and the magnetic head 7 is positioned.

[0006] Moreover, in the case of the equipment which has loading / unloading device 16, if a desired engine speed is reached, the actuation which carries out loading of the magnetic head 6 on a magnetic disk 7 will be started. The slider section (not shown) which the magnetic head 6 which had stopped on the home position 17 is carried, and is connected with VCM13 through the actuator 12 is impressing a current to VCM13, a lamp 18 is slid down and loading of the magnetic head 6 is carried out on a magnetic disk 7.

[0007] Next, the head point-to-point control outline of the magnetic disk drive by digital control

is explained using drawing 1.

[0008] For every spacing divided by servo spacing or servo spacing / n, the drive control section 5 outputs current indicated value, rotates VCM13, and is performing point-to-point control of the magnetic head 6.

[0009] In addition, the drive control section 5 is constituted by the microprocessor.

[0010] Seeking control computes ***** 21 by the drive control section 5 from the position signal 20 from a target position 19 and the magnetic head. The target rate 23 from the target rate table 22 beforehand calculated according to it. The acceleration FF value 25 is set up on the acceleration feedforward (FF) table 24. The difference of the target rate 23 and the detection rate generated with the rate detector 26 from a position signal 20 is doubled rate gain 27. The acceleration FF value 25 is applied to this, 28 times many seeking loop-gain [as this] ** serves as acceleration (seeking current indicated value), a current is impressed to VCM13 through DAC15 and VCMAMP14, and the magnetic head moves this. Drawing 3 is the relation of the force current at the time of seeking (acceleration), a rate, and a position error. A rate is accelerated until just before reaching a target rate, and after attainment is slowed down according to the seeking current value outputted according to *****.

[0011] Although positioned by such approach in a target position, when seeking at high speed, a high current is needed at the time of the time of the acceleration to target rate attainment and uniform velocity, or the moderation to a desired truck [condition / acceleration], it generates heat, temperature of the coil is carried out, and an increment and a torque constant Kf32 fall [coil resistance]. If the large seek operation of an acceleration-and-deceleration current is repeated, coil temperature will rise remarkably. If the actuation the severest seeking latency-time nothing, uniform current section nothing, and acceleration-and-deceleration current greatest is repeated to a temperature rise, exceeding +100 degrees C to ordinary temperature will also be assumed. However, since the sensor for grasping the increment in coil resistance and the fall of Kf32 etc. is not provided, in the drive control section 5, the target rate table 22, the acceleration FF table 24, and the seeking loop gain 28 were set up as the resistance which expected the effect of the temperature rise of a coil beforehand, and Kf32, and the method which calculates and outputs a current value has been adopted.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since coil resistance and Kf32 are fluctuated with coil temperature, when a part for a coil temperature rise is expected beforehand, a difference will arise to the acceleration and deceleration of a target in the change in Kf, and the seek time will differ also in migration of the same distance as a result. Even if it is going to aim at improvement in a throughput by command rearrangement from a host 2, the transit time and net slip time amount at the time of study differ from each other, rotational delay occurs, and it does not lead to improvement in a throughput. Moreover, it is possible without rotational delay for a low power to be the same also in a light / command to lead in data. Moreover, the case which cannot slow down on a target moderation orbit on a desired truck, and becomes a seek error by the fall of Kf27 may also be generated.

[0013] Moreover, by seven outside a magnetic disk without positional information 8, although it is the actuation to which unloading of the magnetic head is carried out from on a magnetic disk in the equipment which has loading / unloading function 16 and an unloading rate can be detected from positional information 8 on a magnetic disk 7, since this method is not employable, the method which computes an unload rate from the reverse electromotive voltage of VCM13 is used. When unloading actuation is temporarily carried out without speed control, a rate stops by the frictional force of a lamp 18, coil resistance increase and decrease, etc. in the middle of dispersion lamp 18, and it is also considered that a magnetic disk 7 and the magnetic head 6 contact. Moreover, the magnetic head 6 carries out high-speed migration by coil resistance increase and decrease similarly, it collides with a stopper, an impact joins the magnetic head, and damage may be done. Moreover, it is also considered that remain and rebound upon a home position 17, slide down a lamp 18 again, and the magnetic-disk 7 magnetic head 6 contacts.

[0014] Although the above-mentioned phenomenon evasion by controlling the rate by the reverse electromotive voltage out of a magnetic disk 7 is possible, in order to compute a rate

using the resistance supposing a temperature rise, an error does not arise at a detection rate with temperature, and the above-mentioned problem is not necessarily solved completely. That this invention should eliminate these problems, coil resistance or temperature is measured without components addition of a sensor etc. in follow INGU, and it is in offering the magnetic disk drive which performs suitable seeking control and unload control using the result.

[0015]

[Means for Solving the Problem] Among follow INGU, since the magnetic head 6 is not moving, a VCM reverse electromotive voltage is 0. Therefore, the electrical potential difference between VCM terminals and a VCM current are measured in the electrical-potential-difference detector 29 between VCM terminals, and the VCM current detector 30 in the meantime, and it becomes computable about VCM coil resistance by incorporating and calculating to the drive control section 5 through the analog-to-digital (AD) transducer 31.

[0016] Moreover, coil temperature is computable from the formula showing the temperature characteristic of coil resistance. An operation is possible also for current Kf32 using the formula which similarly expresses the temperature characteristic of Kf32 from the computed temperature.

[0017] With amending the seeking loop gain 28 by the drive control section 5 based on this computed resistance and Kf, and outputting a current value, it becomes possible to make variation in the seek time small. Moreover, when it is judged remarkably similarly that Kf32 may carry out a seek error, without the ability falling and slowing down, error generating can be avoided by bringing a moderation starting position forward.

[0018] Moreover, since the speed detection by the reverse electromotive voltage becomes possible using the resistance in front of unload initiation by computing resistance in follow INGU, it becomes the minimum about speed detection offset, and it becomes possible to be able to prevent deviation of the unload rate from a target rate, and to prevent the contact and head damage on a head and a disk.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The concrete approach of VCM resistance study is explained using drawing 1 and drawing 4. Of course, the magnetic head on a magnetic disk is carrying out follow INGU of except on the truck of arbitration fundamentally during seeking to the truck of arbitration during the light/lead of data.

[0020] It is expressed with a with an electrical potential difference [between VCM terminals / Vvcm] of 33 or less formula.

[0021] $V_{vcm} = I_{vcm} - R_m + V_{bemf}$ --- as for the current to which I_{vcm34} flows to VCM14 here, and R_{m35} , coil resistance and V_{bemf36} are VCM reverse electromotive voltages. Since passing speed does not occur as for the inside of follow INGU, a VCM reverse electromotive voltage is not generated. Therefore, it is set to $V_{bemf}=0$ and $V_{vcm} = I_{vcm} - R_m R_m = V_{vcm} / I_{vcm}$ is realized.

[0022] Therefore, the coil resistance R_{m35} becomes possible by V_{vcm33} and I_{vcm34} by which the AD translation was carried out into follow INGU to the drive control section.

[0023] Moreover, although it is also considered that V_{vcm33} and I_{vcm34} are small and precision does not come out, it is realizable by establishing an amplifying circuit in the VCM current detector 16 and the electrical-potential-difference detector 17 between VCM terminals. Especially an amplifying circuit is not indicated.

[0024] Generally the temperature characteristic of the coil resistance R_{m43} is expressed with the following formulas 1.

[0025]

$R_m = R_{m0} - (1 + K_1 - (Temp - Temp_0))$ --- Formula 1 Here, R_{m0} is the coil resistance in ordinary temperature, and coil temperature current [1 / K] in the temperature characteristic term of a coil, and Temp, and $Temp_0$ is ordinary temperature. R_{m0} , $Temp_0$, and K_1 are known values, and if current resistance is known, they can also compute coil temperature.

[0026] Moreover, generally a torque constant K_f is expressed with the following formulas 2.

[0027]

$K_f = K_{f0} - (1 - K_2 - (Temp - Temp_0))$ --- Formula 2 Here, K_{f0} is a torque constant in ordinary temperature, and coil temperature current [2 / K] in the temperature characteristic term of a

torque constant, and Temp, and Temp0 is ordinary temperature. Kf0, Temp0, and K2 are known values, and an operation is possible also for Kf like the above.

[0028] These calculation is realized by adding the function of the VCM resistance detector 37 and the Kf detector 38 to a drive control section.

[0029] Next, one example for amending the variation in the seek time using Kf calculated above is described.

[0030] Generally VCM14 is expressed with Kf/m . m is a head conversion mass here. The potential difference is given between VCM terminals and acceleration and deceleration are carried out by passing Current (acceleration) I. Since m is temperature-independent, the capacity of acceleration and deceleration is decided by Kf and I. Each table 22 for speed control and Kf laying temperature of 24 creation time are set to T0, and Kf at that time is set to Kf0. Seeking of the same distance by the same seek time is attained with outputting the seeking loop gain 28 as an amendment aftercurrent value with the seeking loop-gain amendment vessel 40 so that $Kf_{sense39}$ to $Kf/m*I$ computed by the above-mentioned approach may become fixed.

[0031] Moreover, although the moderating power force declines and there are a seek error and a thing when the above-mentioned amendment approach also becomes an elevated temperature also by the conventional approach more than the laying temperature of seeking table creation time and the value after amendment turns into a value more than the serviceability of supply voltage, the monitor of the Kf is carried out, the limitation of the moderating power force is grasped, and a moderation starting position can be applied also to the means of seek error evasion by processing slight earliness etc.

[0032] next, the value which carried out the electrical potential difference V_{vcm33} between VCM terminals at the time of migration A-D converter 31 is boiled also as the formula of the following [the drive control section 5] using the coil resistance in front of the migration initiation computed by the above-mentioned approach, and Kf, and a rate is calculated from the reverse electromotive voltage V_{bemf36} .

[0033]

$V_{vcm}=V_{bemf}+Rm-I_{vcm}=Kf-Vel+Rm-I_{vcm}Vel=(V_{vcm}-Rm-I_{vcm})/Kf$ --- also in area without servo information, highly precise speed control is attained by carrying out unload control using this detection rate.

[0034]

[Effect of the Invention] VCM coil resistance was calculated by the operation into follow INGU, the torque constant was computed based on the result, and it became possible to control dispersion in the seek time by the VCM temperature change by amending seeking system gain.

[0035] Rationalization of seek-time study used for command rearrangement etc. from a host as a result can be attained, and the performance degradation by rotational delay can also be prevented.

[0036] Moreover, since a rate is similarly computed from a reverse electromotive voltage using the VCM resistance in front of an unload, the factor of failures, such as contact of a head and a disk, can be eliminated by raising the unload target rate flattery nature in area without servo information.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the additional function section by the conventional seeking system outline by the digital control and conventional this invention.

[Drawing 2] Magnetic disk drive schematic diagram.

[Drawing 3] Drawing showing the acceleration at the time of seeking, a rate, and a position error.

[Drawing 4] The coil resistance detection by this invention, the circuit schematic diagram for torque constant detection.

[Description of Notations]

1 [--- Interface control section,] --- A magnetic disk drive, 2 --- A host, 3 --- An interface, 4 5 [--- Positional information (servo),] --- A drive control section, 6 --- The magnetic head, 7 --- A magnetic disk, 8 9 --- A truck (track number), 10 --- A sector (sector number), 11 --- Spindle motor, 12 --- An actuator, 13 --- A voice coil motor (VCM), 14 --- VCM amplifier, 15 --- A digital-analog converter (DA converter), 16 --- Loading / unloading device section, 17 [--- Position signal,] --- A home position, 18 --- A lamp, 19 --- A target position, 20 21 [--- Acceleration FF table,] --- ******, 22 --- A target rate table, 23 --- A target rate, 24 25 [--- Seeking loop gain,] --- An acceleration FF value, 26 --- A rate detector, 27 --- Rate gain, 28 29 --- The electrical-potential-difference detector between VCM terminals, 30 --- A VCM current detector, 31 --- Analog-to-digital converter (A-D converter), 32 [--- VCM coil resistance, 36 / --- A reverse electromotive voltage, 37 / --- A VCM resistance detector, 38 / --- Kf detector, 39 / --- Kf (Kf_sense), 40 which were computed by the drive control section / --- Seeking loop-gain amendment machine.] --- A torque constant (Kf), 33 --- The electrical potential difference between VCM terminals, 34 --- A VCM current, 35

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ディスクと、磁気ディスクを回転させるスピンドルモータと、スピンドルモータを駆動させるスピンドルモータドライバと、磁気ディスク上に情報を記録・再生するためのヘッドと、ヘッドを移動させるためのアクチュエータと、アクチュエータを回動させるボイスコイルモータ(VCM)と、VCMを駆動させるVCMアンプと、磁気ディスクよりヘッドを介して再生された位置情報を検出する手段と、再生された位置情報を基にヘッドを所望の位置に移動、位置決めするさせるためのデジタル出力を発生させるドライブ制御部と、前記制御部からのデジタル信号をアナログ出力に変換するデジタルアナログ変換器と、VCM端子間電圧を測定する回路と、VCM電流を測定する回路と、前記回路のアナログ出力を前記制御部に入力するためデジタル信号とするアナログデジタル(AD)変換器を有する装置において、所望のトラックに位置決め(フォロイング)中にVCMに流れる電流と端子間の電圧よりVCM抵抗値を測定する事を特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 検出した抵抗値よりVCMのコイル温度を算出し、トルク定数を測定することを特徴とする請求項1の磁気ディスク装置。

【請求項3】 測定した抵抗値及びトルク定数でシーク制御系のゲイン補正し、シーク時間のばらつきを抑制することを特徴とする請求項1の磁気ディスク装置。

【請求項4】 ヘッド移動中にVCMの逆起電圧より求められる移動速度を請求項1の結果を基に補正することでVCM温度変化の影響を受けずに移動速度を検出できることを特徴とする請求項1の磁気ディスク装置。

【請求項5】 請求項1の磁気ディスク装置において、磁気ヘッドを磁気ディスク上から待避(アンローディング)またはローディングさせる機能を有している場合、アンロード速度制御に請求項4の検出速度を用いることを特徴とする請求項1の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドにより磁気ディスク上に情報を記録再生する磁気ディスク装置に関し、磁気ヘッドの駆動手段としてボイスコイルモータを有している磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図2に一般的な磁気ディスク装置及び使用方法の概略を示す。一般的に磁気ディスク装置1はホスト2とインターフェース3を介して接続され、ホスト2からのコマンドに対応した動作を実行する。例えば、ホスト2からライト/リードコマンドが発行されると、インターフェース制御部4でコマンドに対応したトラック/セクタ/ブロック長等を算出し、磁気ディスク装置1内部のインターフェースを介してドライブ制御部5にコマンドを発行する。そのコマンドを受けて、ドライブ

制御部5は磁気ヘッド6を磁気ディスク7上の所望のトラック9へシークし、フォロイング後、所望のセクタ10に到達するのを待ってライト/リードを開始する。磁気ディスク7上には任意の位置以降、円周上に任意の一定間隔で位置情報(サーボ)8が書き込まれている。その中身はトラック番号9、セクタ番号10、バースト信号等でトラック番号9は同一円周上は同一番号が書き込まれ、セクタ番号10は基準位置(インデックス)からインクリメントされた値が書き込まれている。これらのサーボ8が半径方向に任意の一定間隔で書き込まれトラック番号9がインクリメントまたはデクリメントされた値となっている。そのサーボ8を磁気ヘッド6で再生することで磁気ディスク7上での自身の位置を認識している。

【0003】近年は所望のトラック9へフォロイング後の所望のセクタ10への到達待ち時間を有効活用するため、セクタ10到達直前までシーク時間を遅らせて、その分低速で移動させ消費電力を低減させる機能もサポートされ始めている。

【0004】また、ホスト2からコマンドを複数個受領し、処理速度が最速になるようにインターフェース制御部4でコマンドを並べ替えながらドライブ制御部5にコマンドを発行する機能もサポートされ始めている。これらの機能は移動距離ごとのシーク時間を予め学習することで実現している。

【0005】次に一般的な磁気ディスク装置のヘッド位置決め動作及び構成について概略を説明する。ディスク装置1はスピンドルモータ11により高速回転された磁気ディスク7上に磁気ヘッド6で情報を記録し、かつ、磁気ヘッド6で記録されている情報の再生も行っている。磁気ヘッド6はアクチュエータ12を介しVCM13と接続され、ドライブ制御部5からのデジタル出力をデジタルアナログ(DA)変換器15でアナログ電圧に変換し、このアナログ電圧をVCMアンプ14に供給する。VCMアンプ14には基準となる電圧が供給されており、その電圧との差分に応じVCM13に電流が印加され、回動し磁気ヘッド7の位置決めを行っている。

【0006】また、ロード/アンローディング機構16を有する装置の場合は所望の回転数に達すると磁気ヘッド6を磁気ディスク7上にローディングする動作を開始する。ホームポジション17上に停止していた磁気ヘッド6が搭載されVCM13とアクチュエータ12を介して接続されているスライダ部(図示せず)はVCM13に電流を印加することで、ランプ18を滑り落ち、磁気ディスク7上に磁気ヘッド6がローディングされる。

【0007】次にデジタル制御による磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御概略を図1を用いて説明する。

【0008】ドライブ制御部5はサーボ間隔またはサーボ間隔/nで分割された間隔ごとに、電流指示値を出力し、VCM13を回動させ磁気ヘッド6の位置決め制御

を行っている。

【0009】尚、ドライブ制御部5はマイクロプロセッサにより構成されている。

【0010】シーク制御は目標位置19と磁気ヘッドからの位置信号20よりドライブ制御部5で残移動距離21を算出し、それに応じて予め計算された目標速度テーブル22から目標速度23を、加速度フィードフォワード(F F)テーブル24で加速度FF値25を設定し、目標速度23と位置信号20から速度検出器26で生成される検出速度との差を速度ゲイン27倍し、これに加速度FF値25を加え、これをシークループゲイン28倍たものが加速度(シーク電流指示値)となり、DAC15、VCMAMP14を介してVCM13に電流が印加され磁気ヘッドが移動する。図3はシーク時の印加電流(加速度)、速度、位置偏差の関係である。速度が目標速度に到達直前まで加速され、到達後は、残移動距離に応じて出力されるシーク電流値に従い減速する。

【0011】このような方法で目標位置に位置決めされるが、高速でシークする場合は目標速度到達までの加速時及び等速または加速状態から所望のトラックへの減速時に大電流が必要となりコイルは発熱、温度しコイル抵抗は増加、トルク定数Kf32は低下する。加減速電流の大きいシーク動作を繰り返すとコイル温度は著しく上昇する。温度上昇に最も厳しいシーク待ち時間なし、等速電流区間なし、加減速電流最大の動作を繰り返すと常温に対し+100°Cを超えることも想定される。しかし、コイル抵抗の増加及びKf32の低下を把握するためのセンサ等を具備していないため、ドライブ制御部5では予めコイルの温度上昇の影響を見込んだ抵抗値、Kf32として目標速度テーブル22、加速度FFテーブル24及びシークループゲイン28を設定し、電流値を計算し、出力する方式を採用している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】コイル抵抗値及びKf32はコイル温度により増減するため、予めコイル温度上昇分を見込むと、Kfの増減で目標の加減速に対し差が生じ結果として同一距離の移動でもシーク時間がばらつくことになる。ホスト2からのコマンド並べ替えで処理能力向上を図ろうとしても学習時の移動時間と実移動時間が異なり、回転待ちが発生し処理能力の向上につながらない。また、低消費電力のため回転待ちなしにデータをライト／リードするコマンドにおいても同様のことと考えられる。また、Kf27の低下で、所望のトラックに目標減速軌道で減速しきれずシークエラーになるケースも発生しうる。

【0013】また、ロード／アンローディング機能16を有している装置においては磁気ディスク上から磁気ヘッドをアンローディングさせる動作で、磁気ディスク7上では位置情報8よりアンローディング速度は検出可能であるが、位置情報8がない磁気ディスク外7ではこの

方式を採用できないため、VCM13の逆起電圧からアンロード速度を算出する方式が用いられる。仮に速度制御なしにアンローディング動作を実施した場合、ランプ18の摩擦力、コイル抵抗値増減等で速度がばらつきランプ18途中で停止し、磁気ディスク7と磁気ヘッド6が接触することも考えられる。また、同様にコイル抵抗値増減で磁気ヘッド6が高速移動しストップと衝突し磁気ヘッドに衝撃が加わり損傷を与えかねない。また、ホームポジション17にとどまらず跳ね返り、再度ランプ18を滑り落ち磁気ディスク7磁気ヘッド6が接触することも考えられる。

【0014】磁気ディスク7外で逆起電圧による速度を制御することで上記現象回避可能であるが、温度上昇を想定した抵抗値を用いて速度を算出するため温度により検出速度に誤差が生じ、上記の問題が完全に解決されるわけではない。本発明はこれらの問題を排除すべく、センサ等の部品追加なしでフォロイング中にコイル抵抗値または温度を測定し、その結果を用い適切なシーク制御、アンロード制御を行う磁気ディスク装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】フォロイング中、磁気ヘッド6は移動していないためVCM逆起電圧は0である。したがって、この間にVCM端子間電圧とVCM電流をVCM端子間電圧検出回路29及びVCM電流検出回路30で測定し、アナログデジタル(AD)変換器31を介してドライブ制御部5に取り込み演算することでVCMコイル抵抗値を算出が可能となる。

【0016】また、コイル抵抗の温度特性を表わす式からコイル温度を算出可能である。同様に、算出した温度からKf32の温度特性を表わす式を用い現在のKf32も演算可能である。

【0017】この算出した抵抗値及びKfをもとにドライブ制御部5でシークループゲイン28の補正を行ない電流値を出力することで、シーク時間のバラツキを小さくすることが可能になる。また、同様に著しくKf32が低下し減速しきれずにシークエラーする可能性があると判断した場合は減速開始位置を早めることでエラー発生を回避できる。

【0018】また、フォロイング中に抵抗値を算出することでアンロード開始直前の抵抗値を用いて逆起電圧による速度検出が可能となるため、速度検出オフセットを最小限になり、目標速度からのアンロード速度の逸脱を防止できヘッドとディスクの接触及びヘッド損傷を防ぐことが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】VCM抵抗学習の具体的な方法について図1及び図4を用いて説明する。磁気ディスク上の磁気ヘッドはデータのライト／リード中はもちろん、任意のトラックへのシーク中以外は基本的には任意のト

ラックにフォロイングしている。

【0020】VCM端子間電圧 V_{vcm3} 3以下の式で表わされる。

$$【0021】V_{vcm} = I_{vcm} \cdot R_m + V_{bemf}$$

ここで I_{vcm3} 4はVCM 1 4に流れる電流、 R_m 3 5はコイル抵抗値、 V_{bemf3} 6はVCM逆起電圧である。フォロイング中は移動速度が発生しないため、 VCM逆起電圧は発生しない。したがって、 $V_{bemf} = 0$ となり、

$$V_{vcm} = I_{vcm} \cdot R_m$$

$$R_m = V_{vcm} / I_{vcm}$$

が成り立つ。

【0022】よって、フォロイング中にA D変換された V_{vcm3} 3、 I_{vcm3} 4からドライブ制御部でコイル抵抗値 R_m 3 5が可能になる。

【0023】また、 V_{vcm3} 3、 I_{vcm3} 4が小さく精度がでないことも考えられるが、VCM電流検出回路1 6、VCM端子間電圧検出回路1 7に増幅回路を設けることで実現可能である。増幅回路については特に記載しない。

【0024】コイル抵抗 R_m 4 3の温度特性は一般的に以下の方程式で表わされる。

$$【0025】R_m = R_{m0} \cdot (1 + K_1 \cdot (Temp - Temp0)) \quad \text{式1}$$

ここで、 R_{m0} は常温でのコイル抵抗値、 K_1 はコイルの温度特性項、 $Temp$ は現在のコイル温度、 $Temp0$ は常温である。 R_{m0} 、 $Temp0$ 、 K_1 は既知の値であり、現在の抵抗値がわかれればコイル温度も算出可能である。

【0026】また、トルク定数 K_f は一般的に以下の式2で表わされる。

$$【0027】K_f = K_{f0} \cdot (1 - K_2 \cdot (Temp - Temp0)) \quad \text{式2}$$

ここで、 K_{f0} は常温でのトルク定数、 K_2 はトルク定数の温度特性項、 $Temp$ は現在のコイル温度、 $Temp0$ は常温である。 K_{f0} 、 $Temp0$ 、 K_2 は既知の値であり、上記同様 K_f も演算可能である。

【0028】これらの算出はドライブ制御部にVCM抵抗検出器3 7、 K_f 検出器3 8の機能を追加することで実現する。

【0029】次に上記で求めた K_f を用いてシーク時間のバラツキを補正するための一具体例を述べる。

【0030】一般にVCM 1 4は K_f / m で表わされる。ここで m はヘッド換算マスである。VCM端子間に電位差を与え、電流(加速度) I を流すことで加減速する。 m は温度依存性がないため加減速の能力は K_f 及び I で決まる。速度制御用の各テーブル2 2、2 4作成時の K_f 設定温度を T_0 とし、その時の K_f を K_{f0} とする。前述の方法で算出した K_{f_sense3} 9から $K_f / m \cdot I$ が一定になるよう、シークループゲイン2 8をシークループゲイン補正器4 0で補正後電流値として出力することで、同一距離は同一シーク時間でのシークが可能とな

る。

【0031】また、上記補正方法も従来の方法でもシークテーブル作成時の設定温度以上に高温になり、補正後の値が電源電圧の供給能力以上の値になると減速能力が低下しシークエラーことがあるが、 K_f をモニタし減速能力の限界を把握し、減速開始位置を早め等の処理を施すこととでシークエラー回避という手段にも適用できる。

【0032】次に前述の方法で算出した移動開始直前のコイル抵抗値及び K_f を用いて、移動時のVCM端子間電圧 V_{vcm3} 3をA D変換器3 1した値をドライブ制御部5で以下の式もとに逆起電圧 V_{bemf3} 6から速度を演算する。

$$【0033】V_{vcm} = V_{bemf} + R_m \cdot I_{vcm}$$

$$= K_f \cdot V_{el} + R_m \cdot I_{vcm}$$

$$V_{el} = (V_{vcm} - R_m \cdot I_{vcm}) / K_f$$

この検出速度を用いてアンロード制御を実施することでサーボ情報がないエリアにおいても高精度な速度制御が可能となる。

$$【0034】$$

【発明の効果】フォロイング中にVCMコイル抵抗値を演算により求め、その結果をもとにトルク定数を算出し、シーク系ゲインを補正することでVCM温度変化によるシーク時間のばらつきを抑制することが可能となった。

【0035】結果としてホストからのコマンド並べ替えに等に用いるシーク時間学習の適正化が図れ、回転待ちによる性能劣化も防げる。

【0036】また、同様にアンロード直前のVCM抵抗値を用いて逆起電圧より速度を算出するため、サーボ情報のないエリアでのアンロード目標速度追従性を高めることでヘッドとディスクの接触等の障害の要因を排除できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のディジタル制御によるシーク系概略と本発明による追加機能部を示す図。

【図2】磁気ディスク装置概略図。

【図3】シーク時の加速度、速度、位置偏差を示す図。

【図4】本発明によるコイル抵抗検出、トルク定数検出用回路概略図。

【符号の説明】

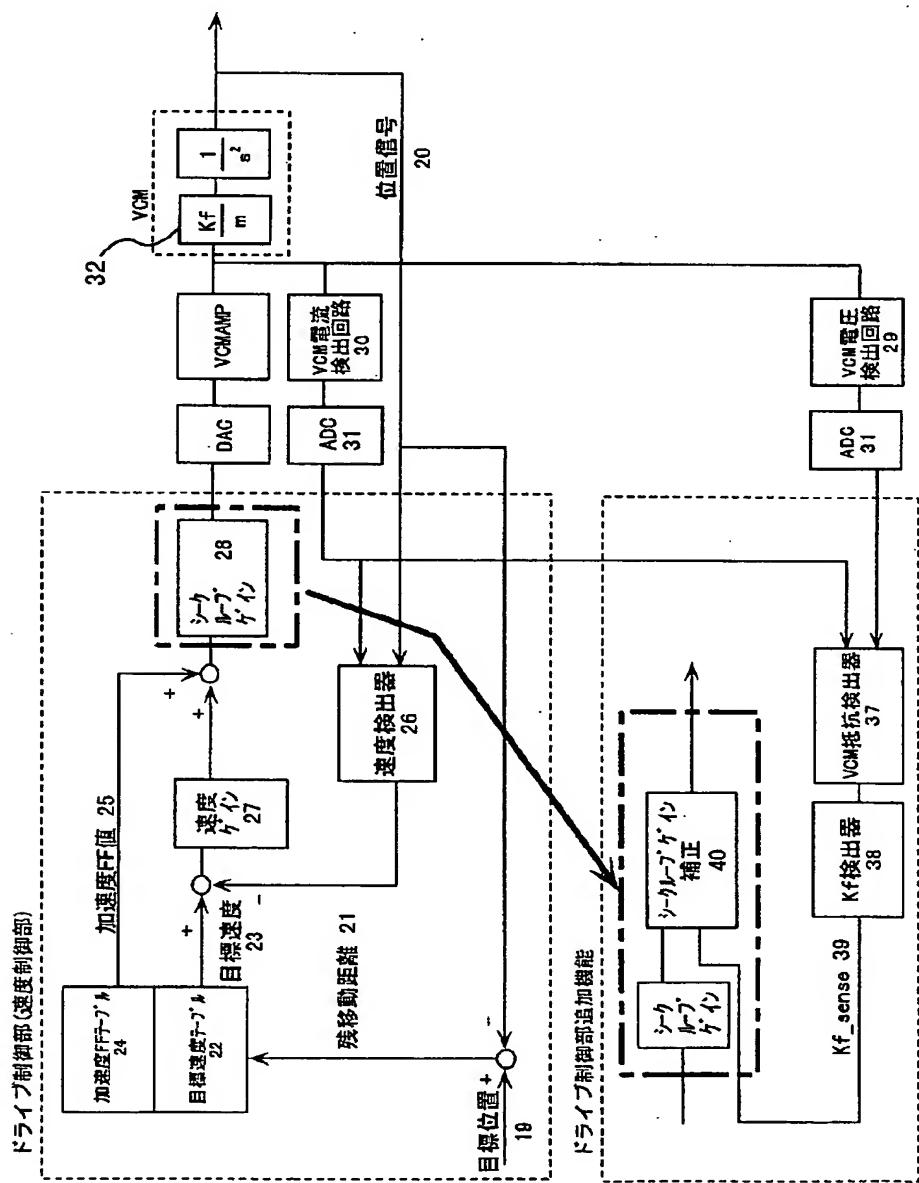
1…磁気ディスク装置、2…ホスト、3…インターフェース、4…インターフェース制御部、5…ドライブ制御部、6…磁気ヘッド、7…磁気ディスク、8…位置情報(サーボ)、9…トラック(トラック番号)、10…セクタ(セクタ番号)、11…スピンドルモータ、12…アクチュエータ、13…ボイスコイルモータ(VCM)、14…VCMアンプ、15…デジタルアナログ変換器(DA変換器)、16…ロード/アンローディング機構

7
部、17…ホームポジション、18…ランプ、19…目標位置、20…位置信号、21…残移動距離、22…目標速度テーブル、23…目標速度、24…加速度FFテーブル、25…加速度FF値、26…速度検出器、27…速度ゲイン、28…シーカループゲイン、29…VCM端子間電圧検出回路、30…VCM電流検出回路、3*

*1…アナログデジタル変換器（AD変換器）、32…トルク定数（Kf）、33…VCM端子間電圧、34…VCM電流、35…VCMコイル抵抗、36…逆起電圧、37…VCM抵抗検出器、38…Kf検出器、39…ドライブ制御部で算出したKf（Kf_sense）、40…シーカループゲイン補正器。

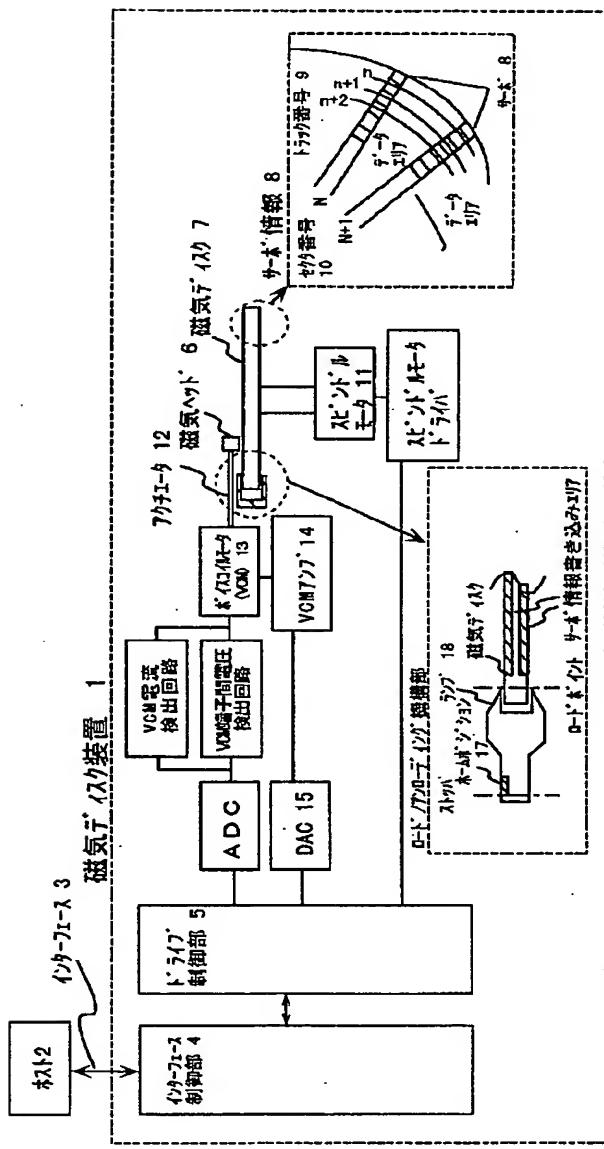
【図1】

図 1



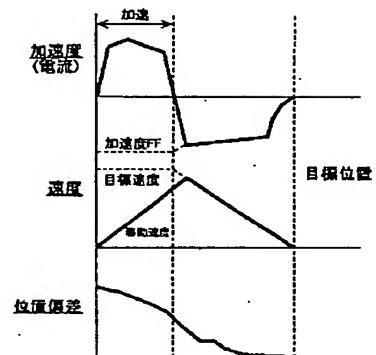
【図2】

図 2



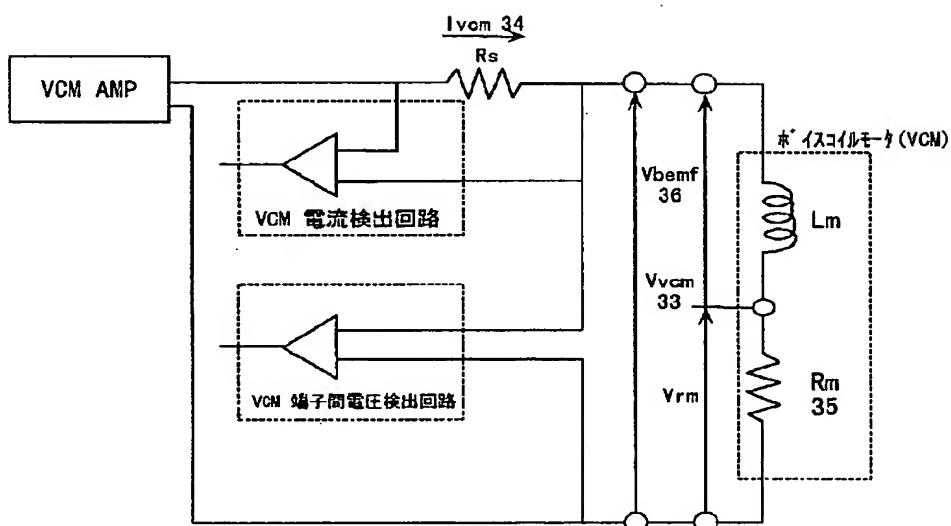
【図3】

図 3



【図4】

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 曽山 良夫

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージ事業部内

F ターム(参考) 5D096 W01